

将工程数学推向极致： 克服现代电气工程挑战的案例研究

像各主要专业的工程师一样，电气工程师面对着前所未有的数学挑战。

如今，对以下问题的关注比过去更为强烈：

- 可持续发展性 — 获得可满足地缘政治需求的清洁、可靠的能源
- 效率 — 因为人类的用电需求越来越高，而且以不同的速度演变
- 智能技术 — 因为消费者要求更高的效率、控制程度和定制程度

对于电气工程师，要克服这些复杂的现代挑战，关键在于更智能、更高效且符合对更清洁能源的更高期望的系统，以及这些系统所需的复杂数学计算。提供可持续发展、高效和智能的能源解决方案的必要性从未变得如此紧迫和难以满足。电气工程师正面对着空前的压力，他们要处理一些世界上最前沿的问题。整个世界正在经历快速的变革 — 人们要求更多地使用可再生能源，而且，技术能在消费者知道自己遇到问题之前就提供解决方案。

在我们查看可能解决这些问题的工程计算时，我们常常发现它们很复杂和难以管理。将作为公司知识资产的工程计算深藏在电子表格和传统的工程笔记本中不再足以满足需求。



提供可持续发展、高效和智能的能源解决方案的必要性从未变得如此紧迫和难以满足。电气工程师正面对着空前的压力，他们要处理一些世界上最前沿的问题。”

幸运的是，数学技术的发展为工程师提供了非常有效的解决方案（如果正确使用的话）。设计和计算软件为电气工程师提供了各种工具，以解决如今最紧迫和最复杂的问题，以及实现前所未有的创新。

本文讨论现代的电气工程项目，在此类项目中，复杂的工程数学一直都是克服这些新挑战的关键所在。具体而言，我们将关注此类工程师：

- 最大程度发挥太阳能的效用
- 提高能源网效率，以满足对电动汽车和其他交通工具的需求
- 设计更智能、功能更强、具有经济效益的嵌入式电气系统

Andasol 1-3：存储太阳能的案例研究

经济和政治因素正给电气工程师带来压力，他们要将可再生能源变成矿物燃料的可行替代品。像风能或太阳能之类的清洁能源可以减少空气污染、保护自然栖息地、减少对核能的需求，以及帮助国家在能源上变得更独立。

当阳光照射在光伏面板和太阳能热电面板上时，就能轻松发电，但工程师努力地找出方法，以便在夜幕降临或暴雨云蜂拥而至时存储这种能源。

不过，现在可以使用熔盐法让太阳能发电场全天候发电。盐的熔点很高，而且除非温度显著升高，否则它不会变成蒸汽，因此，可以使用盐将太阳能作为热能来存储。

位于西班牙格拉纳达市附近的 Andasol 1 是全球首个使用抛物槽式太阳能热电技术的商用发电站，它于 2008 年投入使用。Andasol 发电站由德国的太阳能公司 Solar Millennium, AG 开发。Solar Millennium 的发言人 Sven Moormann 指出，“发电时间几乎是无储能装置的太阳能电站的两倍。”

现在共有三个 Andasol 发电站投入运营，每一个的总发电量为 50 兆瓦，年发电量约为 180 千兆瓦时。每个收集器的表面积为 51 公顷（550 万平方英尺或大约 125 英亩），占地面积约为 200 公顷（大约 500 英亩）。

Andasol 的储热系统在日间吸收太阳能收集区域产生的部分热量，并存储在混合了硝酸钠 (60%) 和硝酸钾 (40%) 的盐中。一个装满的储热器可以存储 1,010 MW·h 的热量；这足以在没有直射阳光的情况下让一台涡轮机满负荷运行大约 7.5 小时。



经济和政治因素正给电气工程师带来压力，他们要将可再生能源变成矿物燃料的可行替代品。

虽然建设熔盐存储系统还会发生其他费用，但这些费用将被额外的发电时数抵销。Andasol 发电站的发电成本与任何太阳能热电站相差无几——每千瓦时约为 13 分。这仍然比燃煤发电站的发电成本高出将近一倍——如果不考虑燃煤的环境影响，燃煤发电是费用最低的发电方式。



设计和计算软件为电气工程师提供了各种工具，以解决如今最紧迫和最复杂的问题，以及实现前所未有的创新。”

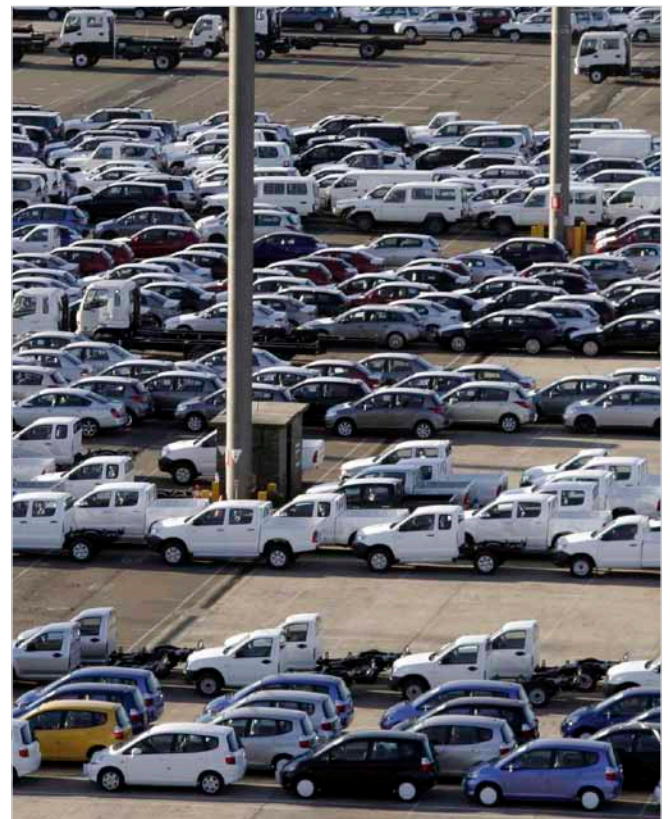
工程师正努力提高熔盐存储系统的有效性。一些较有前途的方法包括，使用熔点更低的混合盐，以及将阳光集中在单座塔楼上，以提高盐的温度。对于使用熔盐来存储太阳能并将储能转换为可用电能的技术，核心在于与热传递、热分析及熔盐转换为超级蒸汽有关的关键计算。熔盐混合物可以变化，而且通常由硝酸钠和硝酸钾组成，当然也可以包括硝酸钙。要构成最佳的混合盐，需要使用各种盐的物理特性和混合盐中的盐比例进行大量计算。通常要使用计算软件来进行这种程度的工程优化，因为此类软件对计算和分析过程非常有帮助。

插电式混合动力汽车的影响评估： 电力供求的案例研究

一些工程师努力通过新的来源发电，另一些则研究越来越高的用电需求所造成的影响。例如，西北太平洋国家实验室的研究人员一直在研究新出现的插电式混合动力汽车 (PHEV) 将对全美国的电力系统可能造成的影响。

潮流估计、溢流概率、平均容量测量和其他计算全都帮助这些工程师在详细电网分析中解决两个关键问题：

- PHEV 似乎真的进入到市场中，那么，这在地区层面上对发电成本有何影响？
- 对于一组选定的充电策略来说，在地区层面上会对 CO2 排放强度有何影响？



据业内人士估计，高端市场中有 80% 的汽车创新成果来自电子技术。

研究人员假设了 2030 年的情景：3700 万辆 PHEV 上路行驶，而且每辆车都需要足够的能源以每天行驶大约 33 英里 (53 km)。在评估此情景下所需的能源和可满足额外负荷的电力系统的可行性时，工程师必须建立数学模型，以评估对传输系统元件的影响。除了对系统负荷（基本负荷和峰值负荷能力）进行基础计算以及对总体传输系统能力进行计算外，还必须考虑系统稳定性。有时候，会加入像电容或移相变换器这样的元件，以提高长传输线的稳定性。为输电系统的稳定性建模需要进行许多复杂的计算。通过计算线路上的电压降，估算导体的发热量，以及在数学上确定将电容和转换器之类的元件增加到设计中的影响，可以获得一阶稳定性评估结果。

就 PHEV 研究而言，所有电动汽车的电能总需求相对有限，但成本影响在不同的地区变化极大。在供应紧张的地区（例如加州和东北部地区），预测到较高的成本敏感度。在中西部地区（传统上输出电能），指出了成本影响较小。在所有地区中，与夜间充电相比，日间充电的成本影响高一倍。

因采用 PHEV 产生的 CO₂ 排放强度预计也会因地区而异。在主要的产煤州中，对于研究的所有充电策略，新的 PHEV 负荷可能会降低 CO₂ 排放强度。在更多地依赖水能源和可再生能源的地区，如果用于满足 PHEV 用电需求的边际发电量主要来自煤或天然气，则 CO₂ 排放强度实际上可能会提高。

根据对电力系统负荷进行的工程计算以及关联的传输和分配模型，此研究的结论是，在 2030 年为 3700 万辆 PHEV 充电所产生的额外能源需求不会对电网造成重大影响。此外，结论还指出，夜间在东北部地区、西部地区和佛罗里达州给电动汽车充电较为清洁，而日间在中西部地区充电较为清洁。

汽车信息娱乐：嵌入式系统的案例研究

不管汽车是用电、汽油还是两者的组合作为动力，它必定严重依赖于嵌入式的或具备智能手机功能的电子系统。据业内人士估计，高端市场中有 80% 的汽车创新成果来自电子技术。

如果不使用先进的计算机控制系统，汽车业在安全性、排放控制、舒适性和质量方面的许多进展根本无法实现。

电气工程师不断承受着压力，他们要利用更小、更快速的电子系统做更多事情。就像变化的客户需求和法规要求一样，将这些系统整合到仍然由具有机械工程背景的人员管理的设计过程中只会增大此挑战。业内专家一致同意，将电子系统体系结构现代化和标准化是设计成功的先决条件。Hans Georg Frischkorn 是电子服务提供商 ESG 的汽车业务负责人，他认为标准化将帮助拉开联网功能新时代的帷幕。他说，“看到智能汽车、智能电网和智能家居全都互互联网将会令人非常兴奋”，但他也警告说，联网的汽车将意味着增加电子系统的复杂性。

Clarion 是日本电子集团日立在美国的分公司，它正通过基于云的信息娱乐服务“Smart Access”来测试联网服务领域，此服务将增加其传统车内产品的种类。“Smart Access”具有智能手机连接性和访问各种应用（包括那些汽车维护、安全管理和紧急呼叫的应用）的能力。远程信息处理技术的管理人员指出，汽车将通过嵌入式的和基于智能手机的系统连接到 Internet。为了克服因之而生的挑战，大众汽车等公司创办了新的公司级 IT 学院，以吸引和留住顶尖的电子和软件人才。目标在于招揽专家，以便能够管理汽车信息娱乐所需的嵌入式系统的不同元件。这包括监察嵌入式软件以及电子系统。软件工程师必须能够发现并纠正软件问题，而电气工程师必须能够排除和解决电子设备问题。这需要全面分析电路及其低级设备。要有效控制汽车信息娱乐领域中的嵌入式系统，必须使用具有这些功能的工程计算软件：为幅度和相位响应、通过不同元件的电流波形、信号的传输 / 丢失和衰减绘制图形，以及计算其他电子 / 电路分析的值。

结束语

如今的电气工程师要克服重大的设计挑战，他们能在多大程度上克服这些挑战将对后代的人类社会产生巨大影响。

要改良替代能源技术、发现更高效地使用能源的方式和扩展计算设备的功能，需要非凡的努力和创造力。

工程师还要不断依靠技术的进步来帮助他们克服目前和未来的挑战。更强的计算功能和设计软件将会提高效率，而先进的计算软件将能帮助确保准确性和减轻风险。

来源

Biello, David (2009). *How to Use Solar Energy at Night*, Scientific American. 2009 年 2 月 18 日。2012 年 4 月摘自：<http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=how-to-use-solar-energy-at-night>

Bongard, Arjen (2012). *In Embedded Systems, Standardization Seen as Key*, Automotive IT International. 2012 年 1 月 27 日。2012 年 5 月摘自：<http://www.automotiveit.com/in-embedded-systems-standardization-seen-as-key/news/id-004886>

Clarion to Offer Telematics Service, Automotive IT International. 2012 年 5 月 9 日。2012 年 5 月摘自：<http://www.automotiveit.com/clarion-to-offer-telematics-service/news/id-005774>

Kintner-Meyer, Michael, et al (2010) *Impact Assessment of Plug-in Hybrid Vehicles on the U.S. Power Grid*, EVS-25 中国深圳, 2010 年 11 月 5-9 日。

Telematics Update: Analyst Says Traffic Is Key Telematics Application, Automotive IT International. 2012 年 4 月 18 日。2012 年 5 月摘自：<http://www.automotiveit.com/telematics-update-analyst-says-traffic-is-key-telematics-application/news/id-005548>

Telematics Update: Room Seen for Embedded and Smartphone-based Connectivity, Automotive IT International. 2012 年 4 月 18 日。2012 年 5 月摘自：<http://www.automotiveit.com/telematics-update-room-seen-for-embedded-and-smartphone-based-connectivity/news/id-005552>

Wallin, Peter 和 Axelsson, Jakob. 与汽车 E/E 系统体系结构开发相关的问题的案例研究。

克服电气工程挑战需要进行复杂的计算

数学计算软件的进步确保准确性和减轻风险。

挑战

所需的计算

最大程度发挥太阳能的效用

- 太阳能充电控制器的大小计算
- 低温下的电池组效率
- 太阳辐照度

提高能源网效率

- 最优潮流 (OPF)
- 最大输电能力 (TTC)
- 通过生成焓计算的能源效率

满足电动汽车需求

- 平均容量 / 负载系数
- 潮流计算
- 电网过载概率

设计功能更强、具有经济效益的嵌入式系统

- 电压降
- RLC 电路分析
- 线性叠加
- 压电阻理论

© 2012, PTC. 保留所有权利。本文提供的信息仅作参考之用。如有更改，恕不另行通知；这些信息不应视作 PTC 提供的担保、承诺、条件或服务内容。PTC、PTC 徽标、PTC Creo、PTC Elements/Pro、PTC Mathcad、PTC Windchill、PTC Windchill PDMLink、Pro/ENGINEER 和所有 PTC 产品名称及徽标都是 PTC 和 / 或其子公司在美国和其他国家 / 地区的商标或注册商标。所有其他产品或公司名称是各自所有者的财产。任何产品（包括任何特性或功能）的发布时机可能会有变，具体由 PTC 自行决定。

J0989-Mathcad_EE_(BCC1&2)-CN-1012